

*А. Х. Доскенов, А. А. Григорьев, А. А. Кулаков*

Южно-Уральский государственный агроинженерный университет,  
г. Челябинск

arsen\_doskenov@mail.ru

## К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

*В статье рассмотрены варианты определения потребной оптимальной площади солнечных коллекторов. Рассмотрена методика их определения, в зависимости от расчетного периода. Показана возможность их определения от срока окупаемости и сэкономленных средств.*

Ключевые слова: солнечный коллектор, потребная площадь, оптимальная площадь, расчетный период, срок окупаемости.

*A. H. Doskenov, A. A. Grigoryev, A. A. Kulakov*

South Ural State Agroengineering University, Chelyabinsk

## TO THE QUESTION OF DETERMINING THE OPTIMAL AREA OF SOLAR COLLECTORS

*The article describes the options for determining the required optimal area of solar collectors. The method of their determination depending on the calculation period is considered. The possibility of their determination from the payback period and savings is considered.*

Key words: the solar collector, the required area, optimum area, the estimated period, payback period.

Использование возобновляемых источников энергии – одно из важных направлений развития общества. В число перспективных относится теплоснабжение за счет преобразования солнечной энергии в тепловую энергию с помощью солнечных коллекторов [1–3].

Основным параметром в системе солнечного теплоснабжения является площадь солнечных коллекторов (СК). Методика определения потребной площади СК известна и приведена в [4].

В качестве примера, результаты расчета потребной площади для каждого месяца расчетного периода в зависимости от угла наклона при суточной потребной энергии в 1 ГДж приведены в табл. 1.

Таблица 1

Потребная площадь солнечной установки

А	1 мес	2 мес	3 мес	4 мес	5 мес	6 мес	7 мес	8 мес	9 мес	10 мес	11 мес	12 мес
0°	-	3266	309	167	111	86	94	125	233	919	2638	-
5°	-	1232	268	159	110	86	94	121	217	740	1398	-
10°	-	760	234	151	108	86	93	118	200	610	951	-
15°	5249	549	212	145	108	86	93	116	190	526	721	-
20°	2250	443	195	141	108	87	94	114	182	468	592	-
25°	1432	371	180	137	108	88	94	113	173	426	503	10498
30°	1079	322	170	134	110	91	97	113	170	391	440	4323
35°	875	288	162	132	111	93	98	113	166	365	397	2826
40°	750	263	156	132	114	96	102	116	164	345	364	2130
45°	662	243	151	132	119	100	105	117	163	330	338	1729
50°	596	230	149	134	125	105	110	121	164	319	317	1485
55°	571	237	146	136	130	111	117	125	166	328	308	1336
60°	521	212	146	139	139	119	125	131	170	306	291	1215
65°	498	206	146	143	149	128	134	137	173	304	282	1139
70°	483	203	147	149	161	141	144	148	182	304	277	1089
75°	474	202	151	155	178	153	159	157	190	306	274	1065
80°	469	203	156	164	199	172	179	175	200	311	273	1050
85°	471	206	162	175	226	202	203	192	217	319	275	1050
90°	480	212	170	190	269	237	243	219	237	333	279	1073

Так же известна методика определения оптимальной площади солнечных коллекторов [4]:

$$A_{\text{опт}} = -\ln \left( \frac{I_{\Gamma} \varphi_{\Gamma} K_{\text{уд}}^{\text{СК}} A_{\text{с}}}{K_{\text{ф}} P(S) C_{\text{т}} Q_{\text{п}}} \right) A_{\text{с}} \quad (1)$$

где  $A_{\text{опт}}$  – оптимальная площадь, м<sup>2</sup>;  $A_{\text{с}}$  – значение необходимой площади в расчетном периоде, м<sup>2</sup>;  $P(S)$  – средняя интегральная обеспеченность за расчетный период;  $C_{\text{т}}$  – стоимость энергии от традиционного источника, руб./МДж;  $Q_{\text{п}}$  – потребная энергия, МДж;  $\varphi_{\Gamma}$  и  $K_{\text{ф}}$  постоянные коэффициенты для СК;  $K_{\text{уд}}^{\text{СК}}$  – стоимость СК, руб./м<sup>2</sup>;  $I_{\Gamma}$  – годовое отчисление от капиталовложений, руб.

При максимальном расчетном периоде, в зимние месяцы, ожидаются низкие значения мощности солнечного излучения и вероятности солнечного свечения. При этом расчетные значения оптимальной площади СК завышены. Это приводит к снижению используемости установки в летние месяцы и увеличению затрат, при незначительном увеличении обеспеченности энергией.

Для исследования взаимосвязи расчетного периода и оптимальной площади, нами были определены оптимальная площадь и угол наклона для различных расчётных периодов:

1) 12 месяцев – когда оптимальная площадь максимальна.

2) 4 месяца – с мая по август, когда оптимальная площадь минимальна.

3) 10 месяцев – с марта по октябрь, с исключением месяцев, когда потребная площадь максимальна.

Для полученных оптимальных площадей были произведены расчеты в режиме круглогодичного использования.

Для сравнения рассматриваемых вариантов использовались показатели, сэкономленные средства и срок окупаемости [4, 5]:

$$C_{\text{скэ}} = K - \sum Z_{\text{т}}$$

где  $K$  – капитальные вложения на приобретение и установку СК, руб.;  $Z_{\text{т}}$  – затраты на энергию от традиционного источника, после установки солнечного коллектора, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{у}}}{C_{\text{скэ}}},$$

$C_{\text{у}}$  – стоимость установки, руб.

Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Анализ полученных данных показывает, что увеличение расчетного периода приводит к увеличению оптимальной площади и, как следствие, к увеличению затрат на установку и срока окупаемости, при этом экономия средств увеличивается незначительно.

Результаты расчетов сравнительной оценки вариантов

Расчетный период	Оптимальная площадь, м <sup>2</sup>	Угол установки, град	Стоимость солнечного коллектора, руб.	Количество сэкономленных средств, руб./год	Срок окупаемости, лет
12 мес	187	75	748327,2	262435	2,8
10 мес	171	60	684245,4	256626	2,6
4 мес	113	35	465944,1	227559	2,0

Выбор расчетного периода влияет на величину оптимальной площади СК. Так, при уменьшении расчетного периода, уменьшается площадь СК, затраты на установку и срок окупаемости, при этом экономия уменьшается не значительно. Результаты исследования показывает, что существует расчетный период, при котором оптимальная площадь СК является более эффективной. Выбор оптимальной площади СК нуждается в дальнейшем изучении.

#### Список использованных источников

1. Шерязов С. К. Возобновляемые источники в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей : монография. Челябинск : ЧГАУ, 2008. 300 с.
2. Шерязов С. К., Толабаев Ш. Р., Шотемиров Ж. М. Особенности энергоснабжения с использованием солнечной энергии // Актуальные вопросы инженерных наук : теория и практика : материалы науч. конф. Челябинск : ЮУрГАУ, 2018. С. 326–334.
3. Шерязов С. К., Чигак А. С. Исследование режимов работы компонентов автономной системы солнечного энергоснабжения // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. памяти проф. Данилова Н. И. (1945–2015) – Даниловских чтений (Екатеринбург, 11–15 декабря 2017 г.). Екатеринбург : УрФУ, 2017. С. 974–977.
4. Шерязов С. К., Пташкина-Гирина О. С. Использование возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве. Челябинск : ЧГАА, 2013. 280 с.
5. Sheryazov, S. K. Methodology of Renewable Sources Efficient Use // European Science and Technology : VI international research and practice conference. Germany, 2013. P. 343–347.